

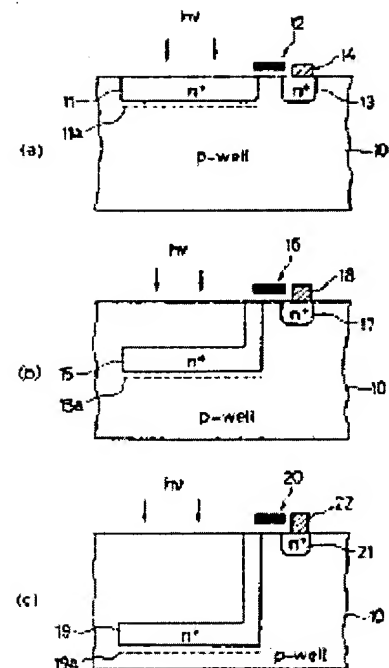
## SOLID-STATE IMAGE PICKUP DEVICE

**Patent number:** JP1134966  
**Publication date:** 1989-05-26  
**Inventor:** MUTO HIDEKI  
**Applicant:** FUJI PHOTO FILM CO LTD  
**Classification:**  
 - international: H01L27/14; H01L31/10; H04N5/335; H04N9/07  
 - european:  
**Application number:** JP19870291970 19871120  
**Priority number(s):**

### Abstract of JP1134966

**PURPOSE:** To simplify a device in structure and to achieve a high resolution capability by a method wherein an impurity layer is formed at a prescribed level in a semiconductor substrate, the level dependent upon the incidence distance and the light-absorbing rates for the respective wavelengths, for the detection of the prescribed color signal.

**CONSTITUTION:** In the figure, 'a', 'b' and 'c' are picture elements, detecting blue, green, and red color signals, respectively. For example, in case of the element for blue, an  $n^{++}$  impurity layer 11 is formed in the topmost layer of a p-well layer 10 provided in a semiconductor layer, an  $n^{++}$  impurity layer 13 is formed near the  $n^{++}$  impurity layer 11 to be the drain of a MOS type switching element 12, and a signal read line 14 is connected to the  $n^{++}$  impurity layer 13. That is, the blue component out of the optical frequencies entering the  $n^{++}$  impurity layer 11 at its top surface undergoes photoelectric conversion in the  $n^{++}$  impurity layer 11, and the other components proceed into the semiconductor substrate. The signal charge for blue generated here is transferred to the signal read line 14 upon the turning on of the MOS type switching element 12, to be outputted as a blue color signal.



⑨ 日本国特許庁 (J P)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

平1-134966

⑪ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)5月26日

H 01 L 27/14

A-8122-5F

B-8122-5F

D-7733-5F

F-8420-5C

E-8420-5C

A-8725-5C

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

H 04 N 31/10  
5/335

9/07

⑭ 発明の名称 固体撮像装置

⑮ 特 願 昭62-291970

⑯ 出 願 昭62(1987)11月20日

⑰ 発 明 者 武 藤 秀 樹 神奈川県足柄上郡開成町宮台798 富士写真フイルム株式会社内

⑱ 出 願 人 富士写真フイルム株式会社 神奈川県南足柄市中沼210番地

⑲ 代 理 人 弁理士 佐々木 清隆 外3名

明 細 書

1. 発明の名称

固体撮像装置

2. 特許請求の範囲

(1) 半導体基板内に該半導体基板とは逆の不純物層を形成し、該不純物層と該半導体基板との接合間の光電効果により発生する信号電荷を検出する構造の固体撮像装置において、

前記半導体基板内に於ける光の入射距離と光の波長毎の光の吸収率に応じて、該半導体基板内の所定の深さに前記不純物層を形成することにより所定の色信号を検出する構成を成すことを特徴とする固体撮像装置。

(2) 前記不純物層を複数個相互に接触することなく深さ方向に積層し、各不純物層と半導体基板との接合間の光電効果により発生する信号電荷を検出する構造とすることを特徴とする固体撮像装置。

(3) 前記不純物層は3層構造から成り、光の入射側から第1の不純物層が青色、第2の不純物層が緑色、第3の不純物層が赤色を検出することを特

徴とする特許請求の範囲第2項記載の固体撮像装置。

(4) 前記不純物層は2層構造から成り、光の入射側から第1の不純物層が青色、第2の不純物層が緑及び赤色を検出することを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の固体撮像装置。

(5) 前記半導体基板及び不純物層はMOSデバイス製造プロセス又はCCDデバイス製造プロセスで形成されることを特徴とする特許請求に範囲第1項記載の固体撮像装置。

(6) 前記の信号電荷はMOSデバイス製造プロセスにより形成されるMOS型スイッチング素子を介して検出することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の固体撮像装置。

(7) 前記の信号電荷はCCDデバイス製造プロセスにより形成される電荷転送路を介して検出することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の固体撮像装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は固体撮像装置に関し、特にカラーフィルタを有することなく色信号を検出することのできる固体撮像装置に関する。

(従来技術)

従来、MOS型固体撮像装置及び電荷蓄積型固体撮像装置(以下、CCD型固体撮像装置という)が知られている。何れの装置も、マトリックス状に配列された複数の半導体光電変換素子の上面に赤(R)、青(B)、緑(G)のモザイク状色フィルタを積層し、これらのフィルタを通過してきた光を半導体光電変換素子で受光することにより各色信号を検出するようになっている。

上記の色フィルタは第6図に示すようなベイア配列やインタライン配列等を有する極めて微細(光電変換素子に対応する大きさ)なフィルタ群より成る。即ち、MOS型固体撮像装置は第7図に示すように、半導体基板のpウェル層(P-well)1内に $n^+$ 不純物層2を形成し、半導体基板の上面に積層された色フィルタ3を介して入射する光をpn接合による光電変換効果で信号電荷に変換

し、上記 $n^+$ 不純物層2に隣接して形成されたMOS型スイッチング素子4を介して信号線5に読出すようになっている。一方、CCD型固体撮像装置は、第8図に示すように、半導体基板のpウェル層1内に $n^+$ 不純物層2を形成し、半導体基板の上面に積層された色フィルタ3を介して入射する光をpn接合による光電変換効果で信号電荷に変換する。この信号電荷は隣接して形成された電荷転送路6に転送され、該電荷転送路6の上面に形成された転送電極7に印加される転送駆動信号に同期して外部へ出力される。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、このような固体撮像装置においては、色フィルタが有機物質で形成され時間の経過とともに退色する問題があり、又、色フィルタを設けること自体が光の利用効率を低下させる欠点を潜在的に有している。例えば、従来の原色の色フィルタでは光の利用効率が約1/3、補色の色フィルタでは2/3程度であった。更に、画素数を増加するに従って上記光電変換素子と微細な

色フィルタとの整合をとることが極めて困難となり、高画素・高解像度の固体撮像装置の実現に問題を有していた。

(問題点を解決するための手段)

本発明はこのような問題点に鑑みて成されたものであり、色フィルタを設けることなく色信号を検出することのできる固体撮像装置を提供することを目的とする。

この目的を達成するため本発明は、半導体基板内に該半導体基板とは逆の不純物層を形成し、該不純物層と該半導体基板との接合間の光電効果により発生する信号電荷を検出する構造の固体撮像装置において、上記半導体基板内に於ける光の入射距離と光の波長毎の光の吸収率との関係が色相に応じて異なるという原理を利用して、該半導体基板内の所定の深さに前記不純物層を形成することにより、それぞれの不純物層で直接に色信号を検出して、従来の色フィルターを不要とした事を技術的要点とする。これにより、光の利用効率を飛躍的に向上させることができると共に、高画素

・高解像度の固体撮像装置の実現を可能とする。

(実施例)

以下、本発明による固体撮像装置の一実施例を図面と共に説明する。

第1図はこの実施例における各画素の構造を第7図又は第8図に対応して示した縦断面図であり、まず同図において構造を述べれば、これはMOSデバイス製造プロセスを用いて形成したものであり、同図(a)は青色の色信号を検出する画素、同図(b)は緑色の色信号を検出するための画素、同図(c)は赤色の色信号を検出するための画素を示す。

青色用の画素は、半導体基板に設けられたpウェル層10の最も表面部分に $n^+$ 不純物層11が形成され、更にMOS形スイッチング素子12のドレインとなる $n^+$ 不純物層13が隣接して形成され、該ドレイン13に信号読出线14が接続している。即ち、 $n^+$ 不純物層11の上面より入射する光りの内、青色の周波数成分がこの $n^+$ 不純物層11で光電変換され、残りの周波数成分は半導体基板内まで進

入する。これにより生じた青色に関する信号電荷はMOS形スイッチング素子12を“ON”にすることにより信号読出線14に転送され、青色信号となって外部へ出力される。

緑色用の画素は、半導体基板に設けられたpウェル層10の表面部分から所定の深さの内部に $n^+$ 不純物層15が形成され、更にMOS形スイッチング素子16のドレインとなる $n^+$ 不純物層17が隣接して形成され、該ドレイン17に信号読出線18が接続している。即ち、 $n^+$ 不純物層15の上面より入射する光りの内、緑色の周波数成分がこの $n^+$ 不純物層11で光電変換され、青色の周波数成分は到達することができず、また残りの周波数成分は更に半導体基板内まで進入する。これにより生じた緑色に関する信号電荷はMOS形スイッチング素子16を“ON”にすることにより信号読出線18に転送され、緑色信号となって外部へ出力される。

赤色用の画素は、半導体基板に設けられたpウェル層19の表面部分から所定の深さの内部に $n^+$

不純物層15が形成され且つ緑色信号検出用の $n^+$ 不純物層11より更に深部に形成されている。MOS形スイッチング素子20のドレインとなる $n^+$ 不純物層21が隣接して形成され、該ドレイン21に信号読出線22が接続している。即ち、 $n^+$ 不純物層19の上面より入射する光りの内、青及び緑色の周波数成分は到達することができず、赤色の周波数成分がこの $n^+$ 不純物層19で光電変換される。これにより生じた赤色に関する信号電荷はMOS形スイッチング素子20を“ON”にすることにより信号読出線22に転送され、赤色信号となって外部へ出力される。

第2図はこの構造の画素の色分解特性の一例を示し、横軸が波長、縦軸は各色相の最大感度を1として正規化したときの感度を示す。尚、各 $n^+$ 不純物層11, 15, 19を、半導体基板の表面から各層の下にできる空乏層11a, 15a, 19aまでの深さについてそれぞれ、1.5  $\mu\text{m}$ 、4.5  $\mu\text{m}$ 、12  $\mu\text{m}$ としたときの色分解特性を示す。

そしてこれらの構造の画素を第6図に示すべし。

ヤ配列等と同様の配列で形成することにより、従来よりも簡素な構造にして高密度・高解像度の撮像装置を実現することができる。

第3図は、第1図(a), (b), (c)に示す各色毎の不純物層を深さ方向に積層したものであり、この構造にすれば、上記実施例の色分解特性を得ることができると共に、3倍の密度の集積化を図ることができる。

第4図は不純物層を2層だけにして、上部の不純物層で青色の色信号を、深部の不純物層で緑と赤の色信号を検出し、緑と赤の色信号の分離は周知の色分離回路等で行うようにしたものである。

尚、第3図と第4図には発生した信号電荷の読出用回路を示さないが、第1図と同様に各不純物層の一端にMOS形スイッチング素子を形成し、信号読出線を介して外部へ出力する。

上記の3実施例はMOSデバイス製造プロセスを用いて形成したものであるが、他の実施例としてCCDデバイス製造プロセスを用いた場合を第5図に基づいて説明する。

同図(a)は青色の色信号を検出する画素、同図(b)は緑色の色信号を検出するための画素、同図(c)は赤色の色信号を検出するための画素を示す。

青色用の画素は、半導体基板に設けられたpウェル層23の最も表面部分に $n^+$ 不純物層24が形成され、更に電荷転送路となる $n^+$ 不純物層25が隣接して形成され、 $n^+$ 不純物層25を電荷転送路として機能させる為の所謂転送駆動信号が印加される転送電極層26が積層されている。即ち、 $n^+$ 不純物層24の上面より入射する光りの内、青色の周波数成分がこの $n^+$ 不純物層24で光電変換され、残りの周波数成分は半導体基板内まで進入する。これにより生じた青色に関する信号電荷はトランスファ・ゲート27を“ON”にすることにより電荷転送路25に転送され、所謂電荷転送により外部へ出力される。

緑色用の画素は、半導体基板に設けられたpウェル層23の最も表面部分から所定の深さの内部に $n^+$ 不純物層28が形成され、他の部分は第5図(a)と同様の構造となっている。

赤色用の画素は、半導体基板に設けられたpウェル層23の表面部分から所定の深さの内部にn<sup>+</sup>不純物層29が形成され且つ、緑色信号検出用のn<sup>+</sup>不純物層28より更に深部に形成され、他の部分は第5図(a)と同様の構造となっている。

このようにCCDデバイスについても本発明を適用することができ、色フィルタを設ける必要がないので従来よりも簡素な構造にして高密度・高解像度の撮像装置を実現することができる。

更に、上記第3図又は第4図のような積層構造にすることも可能であり、この場合は、各色相の信号電荷を電荷転送路へ移すためにトランスファ・ゲート27をONにする為のゲート電圧レベルを各信号電荷毎に変化させることによって、転送時の混色を防止する。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明によれば、半導体基板内における波長(周波数)毎の光の吸収率の相違に応じて光電変換の為の不純物層の形成深さを設定し、従来の色フィルタを設けなくともこの

不純物層によって直接に色信号を検出するようにしたので、構造が簡素となり、高密度・高解像度の固体撮像装置を提供することが可能となる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例の構造を説明する要部縦断面図、第2図は第1の実施例の色分解特性を示す特性曲線図、第3図は第2の実施例の構造を説明する要部縦断面図、第4図は第3の実施例を説明する要部縦断面図、第5図は第4の実施例を説明する要部縦断面図、第6図は従来のベータ配列よりなる色フィルタの構造を説明する為の説明図、第7図は従来のMOS型固体撮像装置の構造を示す要部縦断面図、第8図は従来のCCD型固体撮像装置の構造を示す要部縦断面図である。

10, 23: pウェル層

11, 15, 19, 24, 28, 29: n<sup>+</sup>不純物層

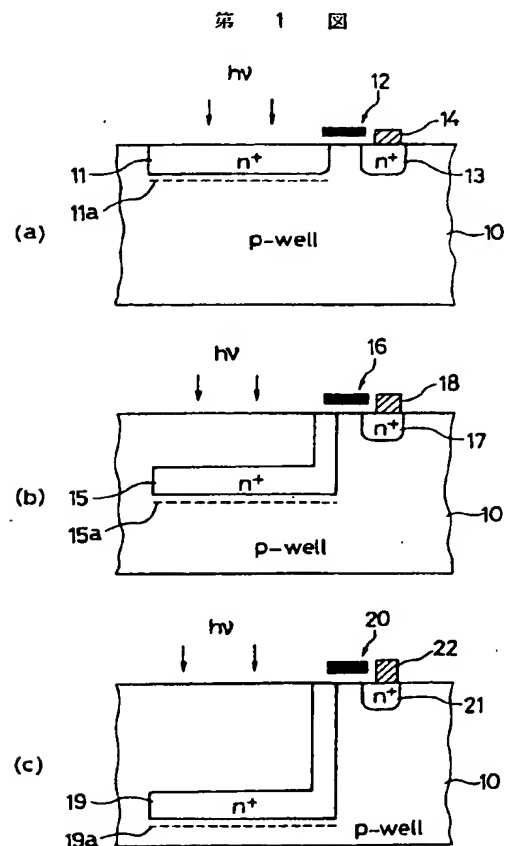
12, 16, 20: MOS型スイッチング素子

14, 18, 22: 信号読出線

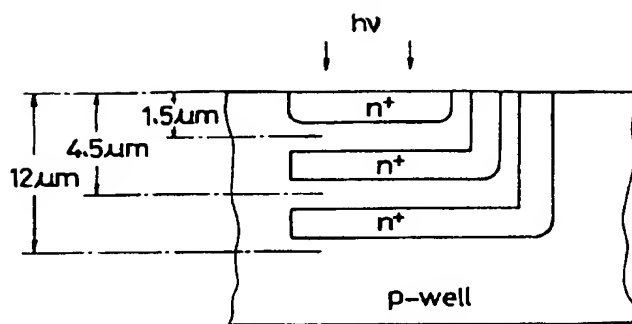
25: 電荷転送路

27: トランスファ・ゲート

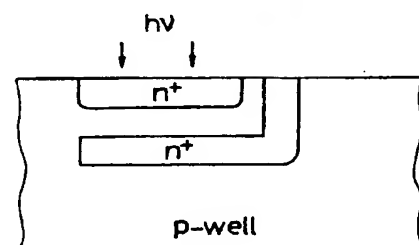
代理人 弁理士(8107) 佐々木 清隆(ほか3名)



第 3 図



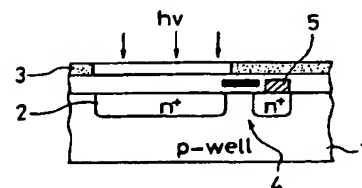
第 4 図



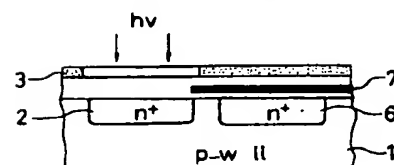
第 6 図

G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R

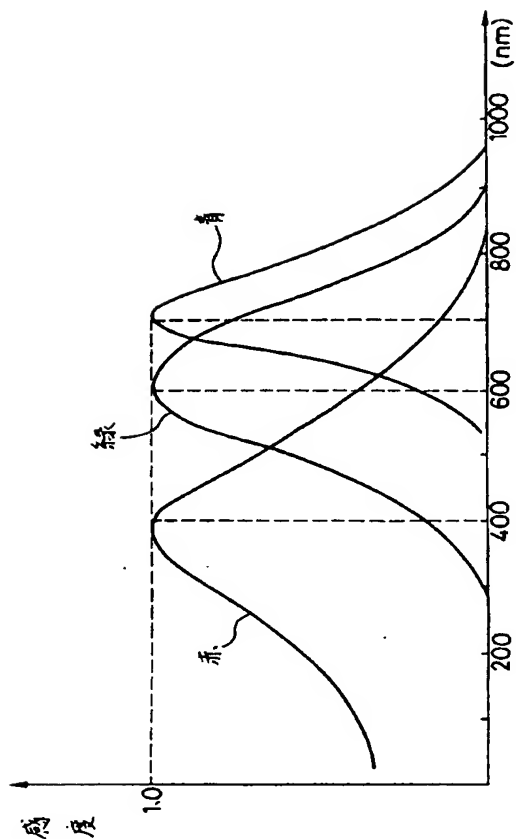
第 7 図



第 8 図



第 2 図



第 5 図

